Münster 1935 No 81 Med DiSS

Aus dem Pharmakologischen Institut der Westfälischen Wilhelms-Universität, Münster/Westf.
Direktor: Prof. Dr. med. et phil. H. Freund.

Ueber den Einfluß der Natriumhalogenide auf diastatische Fermente

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät der Westfälischen
Wilhelms-Universität, Münster/Westf.

vorgelegt von
Hans Hillen, Zahnarzt
aus Dortmund.

Buch- und Kunstdruckerei Wilh. Postberg, Bottrop i.W.
1935

Dekan: Prof. Dr. Klinge

Referent: Privatdozent Dr. med. et phil. W. Haarmann

Korreferent: Prof. Dr. med. et phil. H. Freund.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster/Westfalen.

Die im Schrifttum in großer Anzahl vorliegenden Untersuchungen über den Einfluß der Halogenionen auf den Abbau der Stärke durch diastatische Fermente widersprechen sich. Übereinstimmung besteht bei allen Autoren darin, daß Chloride und Bromide den Stärkeabbau anregen. Unklar ist die Rolle des Fluorions und des Jodions. Es werden sowohl Förderungswirkungen dieser Ionen wie auch Hemmungswirkungen beschrieben. Die große Verwirrung, die auf diesem Gebiete herrscht, ist vor allem darauf zurückzuführen, daß die Untersuchungen nicht mit der gleichen Versuchsanordnung durchgeführt wurden. Die meisten Autoren benutzten die von Wohlgemuth[1]) angegebene Jodreaktion, die lediglich das Ende der Dextrinbildung bestimmt, nicht aber die Menge der gebildeten Spaltprodukte, d. h. der Maltose. Beweisend für einen verstärkten Stärkeabbau ist nur die Vermehrung der Maltose, wissen wir doch, daß die Dextrinbildung und die Zuckerbildung nicht einander parallel laufen. Die Dextrinbildung kann gesteigert und die Maltosebildung gehemmt sein, so daß wir nach der Wohlgemuth'schen Methode einen gesteigerten Stärkeabbau und durch Maltosebestimmung einen verzögerten Stärkeabbau feststellen würden. Auf die umfangreiche Literatur soll bei der Besprechung der Versuchsergebnisse näher eingegangen werden, um Wiederholungen zu vermeiden.

Die Maltose wurde von uns jodometrisch nach Willstätter und Schudel[2]) mit Hypojodit bestimmt. Die Versuchsanordnung ist bei Haack[3]) eingehend beschrieben.

Die Versuchsansätze enthielten 10 ccm 2,5%ige Stärkelösung (lösliche Stärke Merck), 5 ccm Puffer (Acetat n/10 Natriumacetat $p_H = 5{,}65$ bzw. Citrat n/10 Natriumcitrat $p_H = 8{,}15$), 5 ccm Zusätze bzw. im Kontrollversuch 5 ccm Wasser und 5 ccm Fermentlösung. Das Gesamtflüssigkeitsvolumen betrug also 25 ccm. Die Maltosewerte beziehen sich auf den gesamten Versuchsansatz. Die Versuchsansätze wurden unterbrochen, wenn in einem dritten Kontrollversuch (die Kontrollversuche wurden doppelt angesetzt) mit Jod noch schwache Blaufärbung bzw. Rotfärbung auftrat, die Dextrinbildung also noch nicht beendet war.

---

[1]) Wohlgemuth: Biochem. Z. 9, 1, 1908.

[2]) Willstätter u. Schudel: Berichte d. chem. Ges. 51, 780, 1918.

[3]) Haack: Inaugural-Dissertation, Münster 1935.

Verwendet wurden die Natriumhalogenide in äquimolaren Konzentrationen von $3{,}16 \cdot 10^{-1}$ m herunter bis zu 1. 10^{-3} m. Beim Fluorid konnte die höchste Konzentration nicht angewandt werden, weil das Natriumfluorid nicht genügend wasserlöslich ist. Die Konzentrationsreihen sind geometrische Reihen, in denen die stärkere Verdünnung das 3,16fache der nächst höheren Konzentration ist. Man erreicht so, daß jeweils volle Zehnerpotenzen auftreten, was beim Verdünnen der Lösungen auf das Doppelte nie erreicht werden kann ($3{,}16 = \sqrt{10}$). Die Konzentration der Fermente in den Versuchsansätzen und auch die Versuchsdauer sind bei den Versuchen angegeben. Im allgemeinen war in den Acetatversuchen die Dextrinbildung bei Zimmertemperatur nach zwei Stunden nahezu beendet und im Citratversuch bei der gleichen Fermentkonzentration nach 4 Stunden. Bekanntlich liegt die optimale Reaktion der Diastasen im schwach sauren Gebiet.

Die untersuchten Fermente waren: 1. Speichel, 2. Malzdiastase (absolut. Merck), 3. Pankreatin (absol. Merck).

Versuchsserie I.

In den Tabellen 1 und 2 sind die Ergebnisse der Stärkeabbauversuche durch Speichel zusammengefaßt. Die Versuche der Tabelle 1 wurden in Acetatpufferlösung m/50, $p_H = 5{,}65$, die Versuche der Tabelle 2 in Citratpufferlösung m/50, $p_H = 8{,}15$ angestellt, um darüber Auskunft zu erhalten, ob die Wirkung der Natriumhalogenide Abhängigkeiten vom Milieu zeigt. Die Konzentration des Speichels in den Versuchen betrug 1:100, die Versuchsdauer der Acetatversuche rund 2 Stunden, der Citratversuche rund 4 Stunden.

Die Versuchsergebnisse zeigen sehr eindrucksvoll, daß die Wirkungsstärke und auch die Wirkungsrichtung der Natriumhalogenide mit der Wasserstoffionenkonzentration wechselt. In den Acetatversuchen bewirken sämtliche Halogenide in allen von uns angewandten Konzentrationen eine Steigerung der Stärkeverzuckerung durch Speichel; eine Ausnahme bildet nur die Konzentration $3{,}16 \cdot 10^{-1}$ m Natriumbromid, durch die der Stärkeabbau leicht verzögert wird. Die Steigerungen sind nicht sehr hoch und übersteigen nur selten 10 %.

In den Acetatversuchen verläuft der Stärkeabbau im Gegensatz zu den Citratversuchen mit Ausnahme der Versuche mit Natriumchlorid verlangsamt. Die stärksten Hemmungen treten durch Natriumjodid auf; die hemmenden Einflüsse nehmen mit der Konzentration zu. Bereits die Verdünnung 1. 10^{-2} in Natriumjodid hat die Zuckerbildung von 30 % verzögert, die gleiche Konzentration von Natriumbromid nur um rund 15 %, die entsprechende Konzentration

Tabelle 1.

Speichel. Acetatpuffer.

	mg Maltose	% vom Kontrollvs.	mg Maltose	% vom Kontrollvs.
Kontrollversuch	82,4	100	83,0	100
NaF 1.10^{-3} m	89,0	108	83,8	101
$3,16.10^{-3}$ m	82,1	100	82,0	99
$1,10^{-2}$ m	79,1	96	79,0	95
$3,16.10^{-2}$ m	76,4	93	75,0	90
1.10^{-1} m	51,3	62	50,6	61
NaCl 1.10^{-3} m	86,1	105	85,3	103
$3,16.10^{-3}$ m	86,9	105	86,9	105
1.10^{-2} m	85,1	103	85,5	103
$3,16.10^{-2}$ m	85,5	104	84,4	102
1.10^{-1} m	80,9	98	82,3	99
$3,16.10^{-1}$ m	73,1	89	83,2	100
NaBr 1.10^{-3} m	75,2	91	85,3	103
$3,16.10^{-3}$ m	73,4	89	72,2	87
1.10^{-2} m	71,5	87	71.2	86
$3,16.10^{-2}$ m	66,3	80	64,6	78
1.10^{-1} m	62.9	76	62,5	75
$3,16.10^{-1}$ m	40,9	50	39,0	47
NaJ 1.10^{-3} m	80,6	98	79,8	96
$3,16.10^{-3}$ m	78,6	96	65,0	78
1.10^{-2} m	58.1	71	56,7	68
$3,16.10^{-2}$ m	47,7	58	44,4	54
1.10^{-1} m	40,9	50	39,1	47
$3,16.10^{-1}$ m	25,8	31	23,3	28

Natriumfluorid um 5 %, während Natriumchlorid um 3 % gefördert hat. Besonders stark sind die Unterschiede bei der höchsten von uns angewandten Konzentration von $3{,}16 \cdot 10^{-1}$ m. Das Jodid verringert die Zuckerbildung aus Stärke auf 30 %, Bromid auf 50 % und Fluorid auf 60 %. Das Natriumchlorid ist unwirksam.

Tabelle 2.

Speichel. Citratpuffer.

	mg Maltose	% vom Kontrollvs.	mg Maltose	% vom Kontrollvs.
Kontrollversuch	102,4	100	102,9	100
NaF 1.10^{-3} m	105,8	103	103,9	101
$3,16.10^{-3}$ m	106,0	103	104,8	103
1.10^{-2} m	107,4	105	108,0	105
$3,16.10^{-2}$ m	109,1	112	110,7	108
1.10^{-1} m	110,6	113	111,3	108
NaCl 1.10^{-3} m	107,4	105	109,2	106
$3,16.10^{-3}$ m	108,0	106	111,1	108
$1,10^{-2}$ m	109,9	107	111,5	109
$3,16.10^{-2}$ m	110,0	107	112,2	109
1.10^{-1} m	108,9	106	108,0	105
$3,16.10^{-1}$ m	109,1	107	108,6	106
NaBr 1.10^{-3} m	109,1	107	109,9	107
$3,16.10^{-3}$ m	109,0	106	112,2	109
1.10^{-2} m	106,7	104	106,3	102
$3,16.10^{-2}$ m	106,5	103	107,1	104
1.10^{-1} m	104,8	102	107,9	105
$3,16.10^{-1}$ m	91,3	89	97,2	95
NaJ 1.10^{-3} m	103,4	101	105,5	103
$3,16.10^{-3}$ m	107,0	105	104,6	102
1.10^{-2} m	106,7	104	107,1	104
$3,16.10^{-2}$ m	107,5	105	108,0	105
1.10^{-1} m	106,0	104	109,1	106
$3,16.10^{-1}$ m	114,1	111	114,0	111

Versuchsserie II.

Die Verzuckerung der Stärke durch Malzdiastase (1:2000) (Tabelle 3 und 4) wird in Acetatpufferlösung durch sämtliche Natriumhalogenide verringert. Die hemmenden Einflüsse der Halogenide

sind besonders in höheren Konzentrationen wesentlich niedriger als bei der Speicheldiastase. Bei der höchsten Konzentration von $3{,}16 \cdot 10^{-1}$ m beträgt die Hemmung durch Jodid 60 %, durch Bromid 40 %, durch Chlorid 20 % und durch Fluorid 10 %, in den entsprechenden Speichelversuchen 70, bzw. 50, bzw, 0, bzw. 40 %. Die Malzdiastase

Tabelle 3.

Diastase. Acetatpuffer.

	mg Maltose	% vom Kontrollvs.	mg Maltose	% vom Kontrollvs.
Kontrollversuch	90,0	100	88,0	100
NaF 1.10^{-3} m	83,8	93	83,0	94
$3,16.10^{-3}$ m	83,4	93	63,6	72
1.10^{-2} m	82,8	92	67,2	76
$3,16.10^{-2}$ m	68,4	71	71,2	81
1.10^{-1} m	81,3	90	81,3	92
NaCl 1.10^{-3} m	81,3	90	81,6	93
$3,16.10^{-3}$ m	81,6	91	82,7	94
1.10^{-2} m	82,4	91	81,9	93
$3,16.10^{-2}$ m	82,6	92	84,5	96
1.10^{-1} m	84,1	93	84,0	95
$3,16.10^{-1}$ m	73,1	81	71,6	81
NaBr 1.10^{-3} m	83,4	93	85,3	97
$3,16.10^{-3}$ m	86,7	96	86,4	98
1.10^{-2} m	85,5	95	85,8	97
$3,16.10^{-2}$ m	69,5	77	67,5	77
1.10^{-1} m	53,1	59	54,2	62
$3,16.10^{-1}$ m	62,1	69	58.0	66
NaJ 1.10^{-3} m	82,5	92	81,3	92
$3,16.10^{-3}$ m	82,0	91	83,4	95
1.10^{-2} m	81,6	91	80,6	92
$3,16.10^{-2}$ m	84,6	94	84,6	96
1.10^{-1} m	78,6	87	79,0	90
$3,16.10^{-1}$ m	37,9	43	37,3	42

Tabelle 4.

Diastase. Citratpuffer.

	mg Maltose	% vom Kontrollvs.	mg Maltose	% vom Kontrollvs.
Kontrollversuch	93,5	100	90,4	100
NaF 1.10^{-3} m	91,0	97	91.3	101
$3,16.10^{-3}$ m	92,6	99	93,2	103
1.10^{-2} m	93,5	100	93,6	104
$3,16.10^{-2}$ m	94,0	101	93,5	104
1.10^{-1} m	99,1	106	98,5	109
NaCl 1.10^{-3}m	92,4	99	92,1	102
$3,16.10^{-3}$ m	95,7	102	94,6	105
$1,10^{-2}$ m	95,7	102	93,1	103
$3,16.10^{-2}$ m	96,2	103	92,4	102
1.10^{-1} m	92,1	99	92,6	103
$3,16.10^{-1}$ m	92,6	99	93,7	104
NaBr 1.10^{-3} m	96,6	103	94 6	105
$3,16.10^{-3}$ m	96,0	103	93,7	104
1.10^{-2} m	93,2	100	93,7	104
$3,16.10^{-2}$ m	83,0	89	83,8	93
1.10^{-1} m	30,1	32	28,0	31
$3,16.10^{-1}$ m	28,9	31	28,0	31
NaJ 1.10^{-3} m	61,9	66	64,1	71
$3,16,10^{-3}$ m	53,9	59	53,0	59
1.10^{-2} m	58,5	63	59,0	65
$3,16.10^{-2}$ m	64,0	59	59,9	66
1.10^{-1} m	70,1	75	72,9	81
$3,16.10^{-1}$ m	91,9	98	92,3	102

weist also gegenüber denselben Stoffen eine verschiedene Giftempfindlichkeit auf. Noch stärker sind die Unterschiede bei der 10fach niedrigeren Konzentration von $3,16 \cdot 10^{-2}$ m. Die Hemmungen betragen hier für Jodid 5 %, für Chlorid 4 % und Fluorid 16 %. Für die Speicheldiastase sind die entsprechenden Werte 44 %, bzw. 21 %.

Beim Kochsalz haben wir dagegen eine Steigerung von 3 % und beim Fluorid eine Hemmung von 5 %.

In Citratpufferlösung sind nur beim Kochsalz und Fluorid leicht fördernde Einwirkungen feststellbar. Beim Bromid tritt eine mit der Konzentration ansteigende Hemmung auf, die in dem Konzentrationsbereich 1. 10^{-1} m und $3{,}16 \cdot 10^{-1}$ m sehr hochgradig ist und rund 70 % ausmacht. Recht eigenartig liegen die Verhältnisse beim Natriumjodid. Auch hier beobachten wir eine starke Hemmung des Stärkeabbaus, die aber nicht mit der Konzentration zunimmt, sondern nachläßt. Das Maximum der Hemmung tritt bei der Verdünnung $3{,}16 \cdot 10^{-3}$ m auf. Die Hemmnung beträgt über 40 % und selbst bei der Verdünnung 1. 10^{-3} m über 30 %. Bei der höchsten Konzentration von $3{,}16 \cdot 10^{-2}$ m ist keine Einwirkung von Jodid feststellbar.

Vergleicht man die in Citratpufferlösung an der Speichel- und der Malzdiastase erzielten Ergebnisse, so zeigt sich, daß die beiden Diastasen auf Natriumfluorid und Natriumchlorid in der gleichen Weise ansprechen, nicht aber auch Natriumchlorid und Natriumjodid. Das Jodid steigert die Stärkeverzuckerung durch Speichel und verschlechtert sie stark durch Malzdiastase. Bromid wirkt in hohen Konzentrationen hemmend auf den Abbau durch Malzdiastase, nicht aber auf den durch Speicheldiastase.

Versuchsserie III.

Die letzten Versuchsreihen haben die Einwirkung der Natriumhalogenide auf den Stärkeabbau des Pankreatius zum Gegenstande (Tabelle 5 und 6).

Auch hier hängt die Wirkungsstärke und Wirkungsrichtung der Natriumverbindungen stark vom Milieu ab. In Acetatpufferlösung beschleunigt nur das Natriumfluorid die Zuckerbildung aus Stärke besonders in mittleren Konzentrationen (+ 14 %). Fluorid und Bromid sind in stärkeren und mittleren Verdünnungen unwirksam, in höheren Konzentrationen verringern sie die Menge der gebildeten Maltose. Die Konzentration von 1. 10^{-1} m Fluorid und $3{,}16 \cdot 10^{-1}$ m m Bromid sind fast gleich stark wirksam. Die Hemmung beträgt beim Fluorid 23 % und beim Bromid 25 %. Das Jodid verschlechtert mit ansteigender Konzentration die Stärkeverzuckerung, bei der Verdünnung $3{,}16 \cdot 10^{-3}$ m bereits um 12 % und bei der 100fach höheren Konzentration um 50 %.

In Citratpufferlösung wirken nur Natriumchlorid und, wenn auch schwächer, Natriumfluorid fördernd auf die Stärkehydrolyse; das Bromid ist unwirksam; durch Jodid tritt eine mit der Konzentration ansteigende Hemmung der Maltosebildung auf. Die Pankreasdiastase verhält sich besonders gegen Jodid und höhere Konzentra-

Tabelle 5.

Pankreatin. Acetatpuffer.

	mg Maltose	% vom Kontrollvs.	mg Maltose	% vom Kontrollvs.
Kontrollversuch	65,1	100	64,5	100
NaF 1.10^{-3} m	68,4	105	67,9	105
$3,16.10^{-3}$ m	67,4	103	67,2	104
1.10^{-2} m	65,0	100	65,1	101
$3,16.10^{-2}$ m	64,6	99	61 3	95
1.10^{-1} m	50,6	78	49,6	77
NaBl 1.10^{-3} m	70,1	108	68,6	106
$3,16.10^{-3}$ m	71,0	109	72,7	112
1.10^{-2} m	72,0	110	73,5	114
$3,16.10^{-2}$ m	74,3	114	73,6	114
1.10^{-1} m	72,0	110	71,8	111
$3,16.10^{-1}$ m	69,6	107	70,0	109
NaBr 1.10^{-3} m	65,0	100	64,6	100
$3,16.10^{-3}$ m	63,4	97	62,9	97
1.10^{-2} m	61,9	95	62,4	97
$3,16.10^{-2}$ m	61,0	94	61,1	95
1.10^{-1} m	60,9	94	60,0	93
$3,16.10^{-1}$ m	48,9	75	47,6	74
NaJ 1.10^{-3} m	65 5	101	65,5	101
$3,16.10^{-3}$ m	57,4	88	56,9	88
1.10^{-2} m	52,1	80	52,2	81
$3,16.10^{-2}$ m	47,4	73	48,8	76
1.10^{-1} m	43,8	67	43,3	67
$3,16\ 10^{-1}$ m	32,3	50	31,6	49

tionen von Bromid gänzlich abweichend von der Speichel- und Malzdiastase. Die Speicheldiastase wird durch die beiden Halogenide in ihrer Wirksamkeit gefördert, die Pankreasdiastase durch Jodid mit ansteigender Konzentration gehemmt, die Malzdiastase durch Jodid hingegen mit zunehmender Verdünnung. Gegen hohe Konzentratio-

nen von Bromid sind die Speichel und Pankreasdiastasen resistent, die Malzdiastase wird dagegen in ihrer Wirksamkeit stark beeinträchtigt.

Tabelle 6.

Pankreatin. Citratpuffer.

	mg Maltose	% vom Kontrollvs.	mg Maltose	% vom Kontrollvs.
Kontrollversuch	92,1	100	89,4	100
NaF 1.10^{-3} m	89,5	97	91,1	102
$3,16.10^{-3}$ m	89,2	97	89,7	100
1.10^{-2} m	92,6	101	93,8	105
$3,16.10^{-2}$ m	93,5	101	93,6	105
1.10^{-1} m	93,6	102	94,4	106
NaCl 1.10^{-3} m	93,3	101	93,5	105
$3,16.10^{-3}$ m	95,0	103	95,4	107
1.10^{-2} m	94,9	103	97,2	109
$3,16.10^{-2}$ m	96,8	105	96,5	108
1.10^{-1} m	95,4	104	96,4	108
$3,16.10^{-1}$ m	94,5	103	88,3	99
NaBr 1.10^{-3} m	93,5	101	92,1	103
$3,16.10^{-3}$ m	92,5	100	90,4	101
1.10^{-2} m	85,6	93	94,0	105
$3,16.10^{-2}$ m	87,8	95	88.6	99
1.10^{-1} m	93,5	101	85,3	95
$3,16.10^{-1}$ m	87,0	94	88,0	98
NaJ 1.10^{-3} m	92,6	101	92,6	104
$3,16.10^{-3}$ m	92,6	101	92,0	103
1.10^{-2} m	86,1	94	79,7	89
$3,16.10^{-2}$ m	75,4	82	74,9	84
$1,10^{-1}$ m	62,5	68	63,3	71
$3,16.10^{-1}$ m	55,1	60	56,9	64

Besprechung der Versuchsergebnisse.

In fast allen im Schrifttum beschriebenen Untersuchungen über die Einwirkung der Alkalihalogenide wurde der Stärkeabbau nach der Wohlgemuth'schen Methode[4]) durch Messung der Jodreaktion verfolgt. Lediglich B a n g[5]) hat mit der von ihm angegebenen Methode die entstandene Maltose ermittelt. Die Reduktionswerte hat er als Dextrose berechnet. W o h l g e m u t h[6]) fand eine gewaltige Steigerung der Wirksamkeit der Speicheldiastase durch sämtliche Chloride der Alkalien und Erdalkalien, die er als spezifische Wirkung des Cl-Ions. ansieht. In der gleichen Weise wird nach ihm die Speicheldiastase durch Bromid, weniger durch Jodid gefördert, während Fluorid hemmt. Die Pankreasdiastase verhält sich den neutralen Salzen gegenüber ebenso wie die Diastase des Speichels. W o h l g e m u t h zieht hieraus den Schluß, daß Speichel- und Pankreasdiastase miteinander identisch sind. Wohlgemuth führte seine Versuche in ungepufferter Lösung aus. Die Wirkungsbedingungen der Speicheldiastase wurden von M i c h a e l s und P e c h s t e i n[7]) eingehend untersucht. Alle untersuchten Salze fördern den Stärkeabbau durch die Speicheldiastase und zwar in folgender Reihenfolge: NaCl, NaBr, NaJ. H i z u m e[8]) fand für die Speichel- und Malzdiastase Bromide ebenso stark wirksam wie Chloride, während die Jodide und Fluoride ohne Einfluß sind. H o l m b e r g h[9]) stellte eine Förderung der Speichelamylase durch n/10 KJ um 150 % und eine Vergiftung durch 2 n KJ fest. Die Pankreasamylase verhält sich nach ihm etwas abweichend, sie wird auch noch durch 2 n KJ aktiviert. Das Fluor-Ion hemmt nach S. und H. L a n g[10]) die Wirkung der Pankreasdiastase in Konzentrationen über 0,1 %, in stärkeren Verdünnungen tritt eine deutliche Förderung der Maltosebildung auf, die von den Autoren quantitativ bestimmt wurde. Die Versuche wurden in ungepufferter Lösung durchgeführt.

Mit unseren Versuchen einigermaßen vergleichbar sind nur die Versuche von Lang, weil in ihnen die gebildete Maltose, wenn auch mit anderer Methodik, erfaßt wurde. Die benutzte Stärke war Haferstärke und auch lösliche Stärke, die Versuchsdauer betrug viele Stunden (17½ bis 256 Stunden). Die Hemmung des Stärkeabbaus

---

[4]) Wohlgemuth: Biochem. Z. 9, 1. 1908.
[5]) Bang: ebenda 32, 417, 1911.
[6]) Wohlgemuth: ebenda 9, 10, 1908.
[7]) Michaelis u. Pechstein: ebenda 59, 77, 1914.
[8]) Hizume: ebenda 146, 52, 1924.
[9]) Holmbergh: Z. f. Physiol. Chem. 134, 68, 1924.
[10]) Lang: Biochem. Z. 114, 165, 1921.

beträgt bei Lang durch 0,5%iges Natriumfluorid ($1{,}25 \cdot 10^{-1}$m) 53—58%, die Steigerung in stärkeren Verdünnungen (ca. $3{,}16 \cdot 10^{-3}$m) 0—12 %. Die Streuungen in den Einzelversuchen sind bei Lang sehr groß. Die Werte entsprechen unseren in Acetatpuffer ausgeführten Pankreatinversuchen. Als Fermentlösung benutzte Lang wässerige Extrakte aus Rinderpankreas. Bakterieneinwirkung wurde durch Toluolzusatz ausgeschaltet. Unsere Versuche bilden eine Bestätigung der Befunde von Lang. Sie zeigen weiterhin, daß die mit der Wohlgemuth'schen Methodik gewonnenen Ergebnisse nichts über die Verzuckerung der Stärke, also über die Bildung des Endproduktes des Stärkeabbaus aussagen. Die Dextrinbildung, die durch Chloride und Bromide stets sehr stark angeregt wird, zeigt trotzdem in den Kochsalzversuchen nur eine geringe Vermehrung der Maltose. Das Jodid, das gleichfalls die Dextrinbildung anregt, verzögert besonders bei der Speicheldiastase und bei der Pankreasdiastase in Axetatpufferlösung die Zuckerbildung sehr erheblich. Dextrinbildung und Zuckerbildung sind zwei Vorgänge, die nicht einander gleichgesetzt werden dürfen. Beweisend für einen verstärkten Stärkeabbau ist nur die Vermehrung der Maltose. Es haben deswegen alle mit der Wohlgemuth'schen Methode gewonnenen Erfahrungen für die Frage der Verwertbarkeit der Stärke wenig Bedeutung.

Zusammenfassung.

Es wurde die Einwirkung der aequimolaren Lösungen von Natriumfluorid, Natriumchlorid, Natriumbromid und Natriumjodid auf die Verzuckerung der Stärke durch einige diastatische Fermente untersucht. Der Einfluß der Halogenide ist vom Milieu abhängig, in Acetatpufferlösung ist die Wirkung der Natriumhalogenide anders als in Citratpufferlösung. Natriumchlorid steigert im sauren wie im alkalischen Milieu die Stärkeverzuckerung, desgleichen Fluorid in schwach alkalischer Lösung. In saurer Lösung (Acetatpuffer) verringert Fluorid die Zuckerbildung. Jodid hemmt mit ansteigender Konzentration die Zuckerbildung aus Stärke durch die Diastase des Speichels, des Pankreas und des Malzes. Besonders empfindlich ist die Speicheldiastase. Die Hemmungen sind besonders bei der Speicheldiastase sehr hochgradig (70 % bei $3{,}16 \cdot 10^{-1}$m NaJ), weniger stark bei derPankreasdiastase, und bei der Malzdiastase sind sie nur noch bei der Konzentration $3{,}16 \cdot 10^{-1}$m sehr stark. In Citratpufferlösung wird die Speicheldiastase durch Jodid aktiviert, die Pankreasdiastase mit ansteigender Konzentration und die Malzdiastase mit zunehmender Verdünnung gehemt. Auch durch Bromide wird die Wirksamkeit der Diastase stark verändert, die Speicheldiastase wird besonders in saurer Lösung erheblich geschädigt, weniger stark die Malzdiastase und am wenigsten die Pankreasdiastase. In alkalischem Milieu steigern Bromide in starken Verdünnungen die Wirkung sämtlicher Diastasen, in höheren Konzentrationen wird nur die Malzdiastase stark geschädigt.

Speichel-, Malz- und Pankreasdiastase, die nach früheren Autoren für identisch angesehen wurden, weil sie in ihrer Giftempfindlichkeit gemessen mit der Wohlgemuth'schen Jodfärbungsmethode, sich annähernd gleich verhielten, sind nach unseren Untersuchungen einander nicht gleich, sondern jede für sich ein besonderes Ferment, wie durch ihre verschiedene Beeinflußbarkeit bewiesen ist.

Lebenslauf.

Am 11. Februar 1910 wurde ich als Sohn des Reichsbahn-Amtmanns Hans Hillen zu Dortmund geboren. Nach vierjährigem Besuch der Grundschule kam ich auf das Bismarck-Realgymnasium zu Dortmund und bestand 1930 an der Oberrealschule zu Kassel die Reifeprüfung. Vom Sommer-Semester 1931 an widmete ich mich dem Studium der Zahnheilkunde an der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster, wo ich die zahnärztliche Vorprüfung und im Dezember 1934 das Zahnärztliche Staatsexamen bestand.

Hans Hillen.